



**Geoquímica, Idade U-Pb e Potencial para Mineralizações de Nb-Sn
no Granito São Miguel, Biguaçu, Estado de Santa Catarina**
Geochemistry, U-Pb age and potential for Nb-Sn mineralizations in
the São Miguel Granite, Biguaçu, Santa Catarina State

Ronaldo Mello Pereira¹; Marcelo Salomão¹; Enrico Pedroso¹;
Ciro Alexandre Ávila² & Tais Proença Cidade^{2,3}

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia, Departamento de Geologia
Aplicada, Rua São Francisco Xavier, 524/2017A, 20550-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

² Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Programa de Pós-Graduação em Geociências
e Patrimônio Geopaleontológico, Quinta da Boa Vista, Sem Número, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

³ Centro de Tecnologia Mineral, Coordenação de Análises Mineraias, Setor de Caracterização Tecnológica,
Av. Pedro Calmon 900, Cidade Universitária, 21941-908, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mails: ronaldo.mellouerj@gmail.com; salomao.mss@gmail.com; e_pedroso@
hotmail.com; avila@mn.ufrj.br; taiscidade1@gmail.com

Recebido em: 01/04/2020 Aprovado em: 20/09/2020

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2020_4_82_96

Resumo

O Granito São Miguel aflora no Município de Biguaçu, porção continental da região da Grande Florianópolis e foi separado do Granito Ilha da Suíte Pedras Grandes, que aflora na Ilha de Santa Catarina. O Granito São Miguel apresenta valores mais elevados de TiO_2 , Fe_2O_3 , CaO, K_2O , Ba, Sr, Ce, La e menores de Ga em relação ao Granito Ilha, e foi subdividido em duas fácies: Biguaçu e Governador Celso Ramos. Rochas das fácies Biguaçu e Governador Celso Ramos apresentam, respectivamente, idades de 651 ± 10 Ma e 645 ± 10 Ma, ambas mais antigas que as do Granito Ilha (595 Ma) e compatíveis com a idade dos corpos das suítes Valsungana / Nova Trento. Rochas das duas fácies do Granito São Miguel são peraluminosas, cálcio-alcalinas de alto K, possuem elevadas razões de $\text{FeO}_i/(\text{FeO}_i + \text{MgO})$ e assemelham-se aos granitos tipo-A. A fácies Biguaçu apresenta cassiterita, minerais do subgrupo da columbita e topázio disseminados, bem como exibe conteúdos mais baixos de Y, Ba e Sr e mais elevados de metais raros (Rb, Ga, Hf, Cs, Ta, Nb, Sn) em relação a fácies Governador Celso Ramos. Seu padrão dos elementos terras raras é anômalo e aponta para forte influência pós-magmática. A ausência de greisens associados à fácies Biguaçu pode ser justificada pela erosão da sua zona de cúpula. A preservação da zona de contato entre as rochas da fácies Biguaçu e as rochas encaixantes da Suíte Águas Mornas leva a supor que parte da zona de contato entre a cúpula granítica mineralizada em Nb-Sn se encontra preservada e subjacente às rochas dessa suíte. Com tal, abre-se uma nova perspectiva econômica para a presença de mineralizações primárias na região.

Palavras-chave: Geocronologia U-Pb; Geoquímica; mineralizações Nb-Sn

Abstract

The São Miguel Granite outcrops in the municipality of Biguaçu, the continental portion of the Grande Florianópolis region and was separated from the Ilha Granite of the Pedras Grandes Suite, which occurs on the Santa Catarina Island. The São Miguel Granite presents higher values of TiO_2 , Fe_2O_3 , CaO, K_2O , Ba, Sr, Ce, La and minors of Ga in relation to the Ilha Granite, and it was subdivided into two different facies: Biguaçu and Governador Celso Ramos. The rocks of Biguaçu and Governador Celso Ramos facies have an age of 651 ± 10 Ma and 645 ± 10 Ma, respectively, older than the age of Ilha Granite (595 Ma), and compatible with the interval of the bodies of the Valsungana / Nova Trento Suites. Rocks of the two facies are peraluminous, high-K calc-alkaline, have high relation $\text{FeO}_i/(\text{FeO}_i + \text{MgO})$ and resemble A-type granites. The Biguaçu facies presents cassiterite, minerals from the columbite subgroup and disseminated topaz and exhibits lower contents of Y, Ba, Sr and higher of rare metals (Rb, Ga, Hf, Cs, Ta, Nb, Sn) in relation to the Governador Celso Ramos facies. Its pattern of rare earth elements is anomalous and points to post-magmatic influence. The absence of greisens associated with the rocks of the Biguaçu facies can be justified by the erosion of its dome zone. The preservation of the contact zone between the rocks of the Biguaçu facies and the host rocks of the Águas Mornas Suite leads us to assume that part of the contact zone between the Nb-Sn mineralized granite dome is preserved and underlying the rocks of this suite. This opens up a new economic perspective for the presence of primary mineralizations in the region.

Keywords: U-Pb Geochronology; geochemistry; Nb-Sn mineralizations

1 Introdução

Em meados de 1980 foi efetuada, em área onde aflora o Granito São Miguel, região de Biguaçu, estado de Santa Catarina, uma ampla campanha geoquímica por concentrados de minerais pesados visando verificar a distribuição das mineralizações em Sn-Nb-Ta, bem como a localização de possíveis depósitos secundários e de suas fontes primárias (Toniolo & Morgental, 1985; CPRM, 1986; 1987). Amostras em leito ativo determinaram a presença e distribuição da cassiterita e de minerais do subgrupo da columbita por toda a região pesquisada, e propiciaram a delimitação de um prospecto próximo a cidade de Biguaçu. Esse foi investigado em escala de detalhe em busca de zonas contendo mineralizações estaníferas primárias (CPRM, 1986; 1987). Os resultados determinados ficaram aquém do esperado e ocasionaram o desinteresse da empresa pela área com o consequente encerramento das pesquisas e arquivamento do processo junto ao DNPM (CPRM, 1987).

Desde essa época, não se empreendeu mais nenhuma pesquisa para uma melhor definição do corpo granítico e das mineralizações associadas. Por isso, o presente trabalho centrou os estudos em novas determinações mineralógicas, geoquímicas e geocronológicas do Granito São Miguel, de modo a propiciar o seu adequado enquadramento do ponto de vista geológico/geotectônico e metalogênico.

2 Métodos Analíticos

Seis amostras de rochas graníticas foram analisadas quimicamente no Activation Laboratories (ActLabs) do Canadá, para a determinação conjunta de elementos maiores, traço e terras raras, por meio do método *Major Elements Fusion ICP (WRA) / Trace Elements Fusion ICP/MS*. As amostras foram misturadas a um fluxo de metaborato de lítio e tetraborato de lítio e posteriormente fundidas em forno de indução a temperaturas de 5.700°C a 9.700°C. A fusão assegura que os elementos presentes, incluindo os terras raras, sejam colocados em solução, que depois de ionizada é analisada por indução acoplada em um nebulizador de fluxo de argônio. A perda ao fogo foi de cerca de 0,40%.

Duas amostras do Granito São Miguel também foram analisadas para determinações geocronológicas e identificação da assembleia de minerais pesados presentes. Cerca de 20 kg de amostras de rochas que afloram em Biguaçu (amostra GSM 17) e na área do rio da Cachoeira (amostra GSM 15) foram processadas em britador de mandíbula até a completa cominuição de todo o material a uma fração $\leq 1,0$ mm. Esse material foi posteriormente bateado para a eliminação dos fragmentos de rocha e da maior parte da fração leve sendo, após secagem, processado em bromofórmio, para a separação da fração pesada ($d = 2,89$ kg/L). Em seguida foi realizada a separação magnética

por meio de imã de mão e imãs confeccionados com ligas especiais do tipo Nd-Sm-Co e ALNICO. Ao final, o material não atraído foi processado em separador eletromagnético isodinâmico Frantz para a obtenção de grãos de zircão para datação.

Os dados geocronológicos foram obtidos no Laboratório Multiusuário da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e, para tal, confeccionaram-se seções polidas contendo grãos de zircão dos quais se obteve imagens no microscópio ótico (Leica MZ 125) e de elétrons retroespalhados no microscópio eletrônico de varredura. O equipamento utilizado para datação foi um espectrômetro de massa multicoletor Neptune acoplado a um sistema de ablação a laser (LA-ICP-MS/MC), modelo Laser 193 nm Excimer (Photon Machines).

Os dados isotópicos foram adquiridos pelo modo estático com tamanho do feixe de 30 μm . Fracionamentos de elementos por indução do laser e discriminação de massa instrumental foram corrigidos com a utilização de um padrão de referência de zircão (GJ-1; Jackson *et al.*, 2004). Erros externos foram calculados com a propagação do erro das medidas individuais do padrão GJ-1 e das medidas individuais de cada amostra de zircão (ou *spot*). Chemale-Jr *et al.* (2012) descreveram com detalhe o método utilizado. Para controlar a qualidade de dados foram analisados, para cada conjunto de amostras e padrão GJ-1, grãos do padrão 91500 com idade sugerida por Wiedenbeck *et al.* (1995) de $1065,4 \pm 0,3$ Ma.

3 Contexto Geológico

Regionalmente a área em questão está inserida na porção setentrional do Cinturão Dom Feliciano (Figura 1A), representado pelos domínios Externo, Central e Interno e por diversos terrenos, que são separados por zonas de cisalhamento regionais (Basei, 1985, 2000; Basei *et al.*, 2010, 2011). O Domínio Externo ou Norte, formado por sedimentos epiclásticos, tem predomínio de turbiditos com contribuição de rochas vulcânicas de composição traquítica e riolítica (Basei, 1985, 2000; Basei *et al.*, 2000, 2011). O Domínio Central, constituído pelo Grupo Brusque, compreende um conjunto metavulcanossedimentar que é intrudido, a norte da zona de cisalhamento Major Gercino, por leucogranitos, monzonitos e sienogranitos neoproterozoicos (Schulz Jr. & Albuquerque, 1969). Esses integram as suítes São João Batista (idade U-Pb LA-ICP-MS em zircão de 601 ± 5 Ma), Valsungana (idade SHRIMP em zircão de 593 ± 16 Ma) e Nova Trento (idade SHRIMP em borda e núcleo de zircão de 610 ± 6 Ma e 628 ± 7 Ma), respectivamente (Hueck *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2003; Basei *et al.*, 2011). O Domínio Interno ou Sul é representado pela Formação Queçaba, pelos ortognaisses do Complexo Águas Mornas (idade SHRIMP de 639 ± 13 e de 2175 ± 13 Ma obtida em núcleo de grão de zircão) e pelas suítes

**Geoquímica, Idade U-Pb e Potencial para Mineralizações de Nb-Sn
no Granito São Miguel, Biguaçu, Estado de Santa Catarina**

Ronaldo Mello Pereira, Marcelo Salomão, Enrico Pedroso, Ciro Alexandre Ávila & Tais Proença Cidade

graníticas São Pedro de Alcântara (idade SHRIMP em zircão de 613 ± 9 Ma), Pedras Grandes (SHRIMP em zircão de 595 ± 5 Ma) e Cambirela, que, juntas, constituem o Batólito Florianópolis (Silva *et al.*, 2005; Jelinek *et al.*, 2005; CPRM, 2014). Na área de interesse (Figura 1B) afloram principalmente rochas relacionadas ao Granito Ilha, aos gnaisses ortoderivados localmente migmatíticos da Suíte Águas Mornas e, complementarmente, os granitos da Suíte São Pedro de Alcântara (CPRM, 2014). O Granito Ilha pertencente à Suíte Intrusiva Pedras Grandes e ocorre tanto na parte continental da região quanto na Ilha de Santa Catarina (CPRM, 2014). Datações U-Pb LA-ICPMS em cristais de zircão de amostras de rochas graníticas da Ilha de Santa Catarina variaram entre 586 ± 1 Ma e 599 ± 3 Ma (Corrêa, 2016).

Diferente da atual interpretação dada pela CPRM (2014) retoma-se aqui a denominação São Miguel, anteriormente estabelecida por Toniolo & Morgental (1985) e CPRM (1986, 1987) para o corpo granítico que aflora na área continental, desde Biguaçu até Governador Celso

Ramos. Essa opção está diretamente relacionada ao corpo estudado ser diferente em vários aspectos daquele que aflora na Ilha de Santa Catarina, designado de Granito Ilha.

4 Aspectos de Campo, Mineralógicos e Geofísicos

O Granito São Miguel foi subdividido em duas diferentes fácies: Biguaçu que ocorre na parte meridional; e Governador Celso Ramos na porção setentrional (Figura 2). A principal rocha da fácies Biguaçu corresponde a um biotita granito cataclástico, equigranular médio a grosso, isótopo, de cores que variam de rósea para cinza-rosados, sendo que tipos mais esbranquiçados também são encontrados localmente. Apresenta feldspato potássico perítico, quartzo, plagioclásio e biotita, tendo como minerais acessórios apatita, zircão, allanita e minerais opacos, enquanto clorita, muscovita (derivada da alteração da biotita), epidoto, fluorita e sericita compõem a mineralogia secundária. Destacam-se, dentre os minerais acessórios da fácies Biguaçu, topázio,

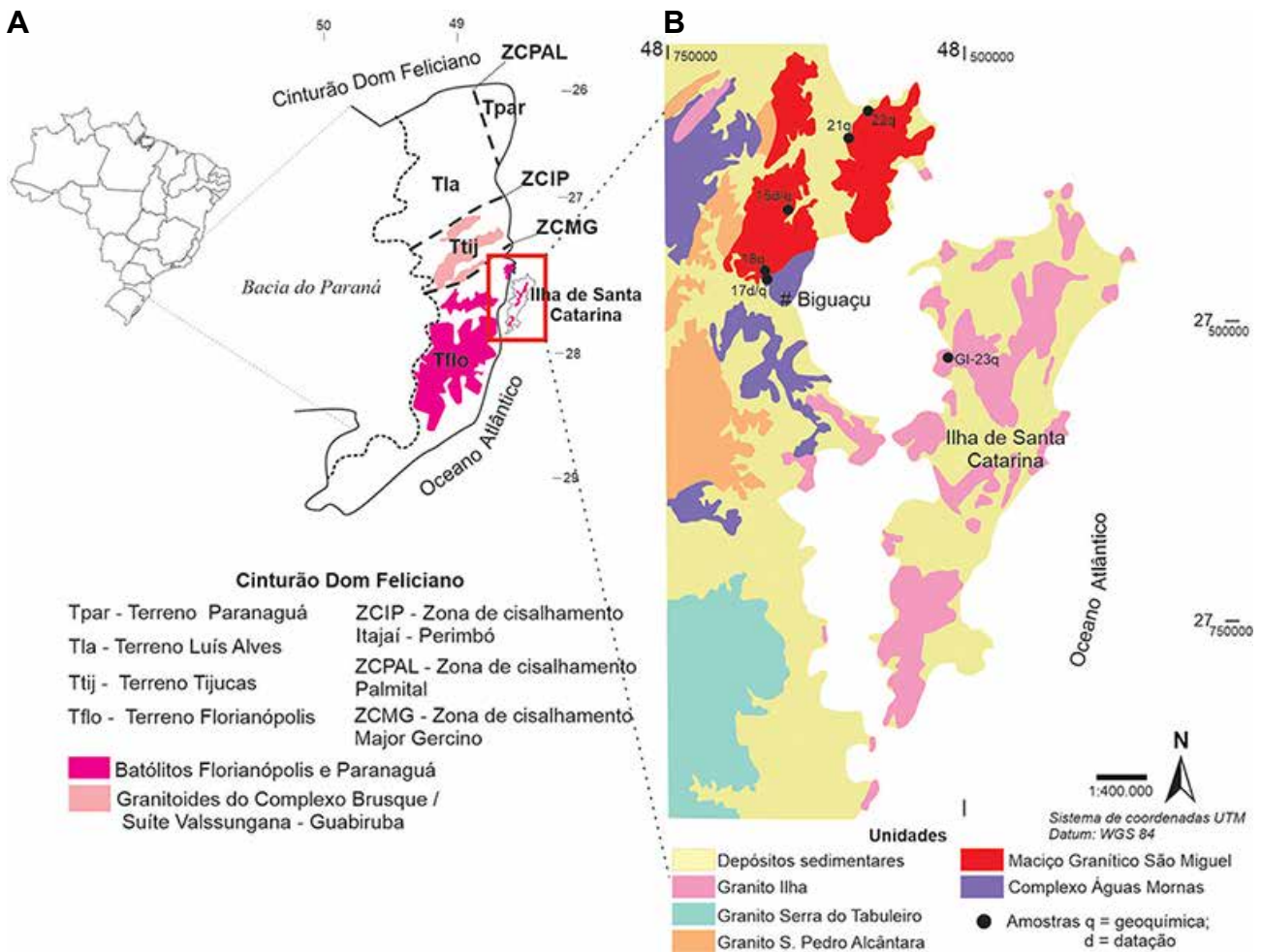


Figura 1 Mapa litológico simplificado de parte do Estado de Santa Catarina (adaptado de CPRM, 2014).

**Geoquímica, Idade U-Pb e Potencial para Mineralizações de Nb-Sn
no Granito São Miguel, Biguaçu, Estado de Santa Catarina**

Ronaldo Mello Pereira, Marcelo Salomão, Enrico Pedroso, Ciro Alexandre Ávila & Tais Proença Cidade

cassiterita e minerais do subgrupo da columbita. Apesar da caracterização desses três minerais, não há indicadores da presença de *greisens* preservados nesse local (CPRM 1986), o que foi comprovado pelo presente estudo.

A fácies Governador Celso Ramos é constituída por granitos e leucogranitos, esbranquiçados, isótipos sem orientação mineral, de granulação grossa e textura porfirítica dada pela presença de fenocristais de microclínio, levemente deformados e com a presença de quartzo com extinção ondulante. As rochas dessa fácies são constituídas por microclínio pertítico, plagioclásio, quartzo, biotita e, eventualmente, hornblenda verde. Os minerais acessórios são representados por zircão, allanita e minerais opacos. Na porção mais setentrional da área há bolsões pegmatoides

de dimensões decimétricas associados às rochas do Granito São Miguel, sendo também constatada a existência de veios de quartzo.

Em relação à assembleia de minerais pesados das rochas preparadas para datação por U-Pb, verificou-se que as amostras graníticas das fácies Biguaçu e Governador Celso Ramos apresentam magnetita, epidoto, zircão, moscovita, biotita, fluorita e granada na sua composição. Entretanto, o granito que aflora nas proximidades do rio da Cachoeira e que compõe a fácies Governador Celso Ramos não apresenta cassiterita e nem minerais do subgrupo da columbita, que só ocorrem associados às rochas graníticas da fácies Biguaçu que, além desses dois minerais, contém traços de topázio.

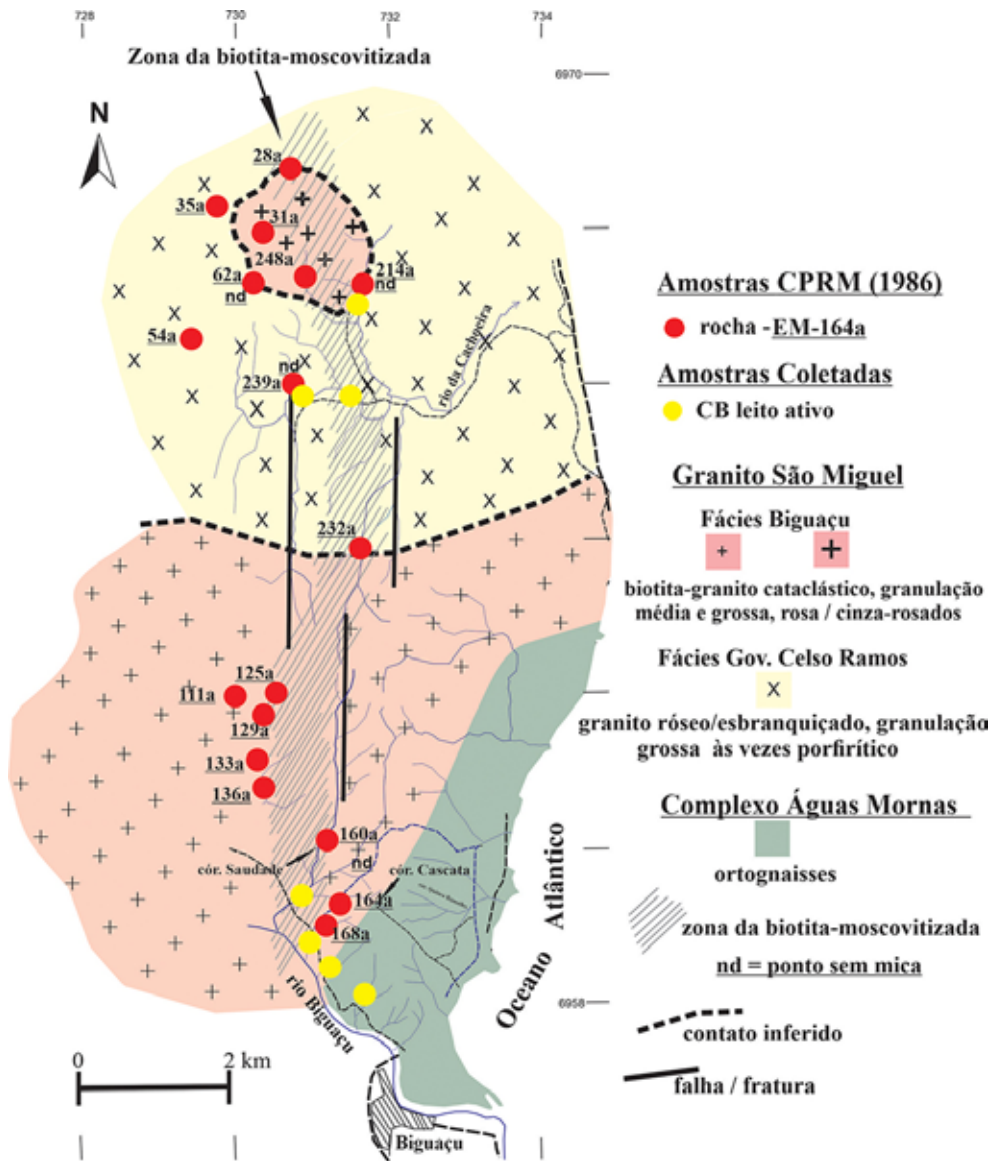


Figura 2 Mapa geológico esquemático do Granito São Miguel com destaque para a distribuição das rochas das fácies Biguaçu e Governador Celso Ramos. Modificado de CPRM (1986).

Geoquímica, Idade U-Pb e Potencial para Mineralizações de Nb-Sn no Granito São Miguel, Biguaçu, Estado de Santa Catarina

Ronaldo Mello Pereira, Marcelo Salomão, Enrico Pedroso, Ciro Alexandre Ávila & Tais Proença Cidade

A cassiterita possui cores escuras e brilho vítreo. Foram identificados, em menores proporções, cristais com brilho graxo e cores esmaecidas, em tons castanhos e fumê. Em ambos os casos predominam cristais com comprimento menor que 0,5 mm. Apesar da britagem, alguns cristais ainda conservam faces bipiramidais, enquanto outros exibem geminação tipo bico de estanho. Os minerais do subgrupo da columbita ocorrem em cristais de cores cinza-azul escuro, com brilho metálico, tanto como prismas alongados biterminados, quanto em cristais de formatos mais achatados, com comprimentos inferiores a 0,50 mm. Alguns desses cristais encontram-se encurvados,

sugerindo atuação de processos deformacionais posteriores à cristalização desse mineral.

A análise dos dados aerogamaespectrométricos disponibilizados pela CPRM (2011) não demonstra a existência de assinaturas radiométricas muito diferenciadas para os granitos dos setores continental e insular, o que confere certo padrão homogêneo para essas rochas não permitindo uma clara individualização dos corpos. Entretanto, no canal do elemento Th (Figura 3) percebe-se que a assinatura das rochas da fácies Biguaçu (que aflora nas proximidades da cidade homônima e em parte da área do rio da Cachoeira) é mais elevada do que aquela das rochas da fácies Governador Celso Ramos e do Granito Ilha.

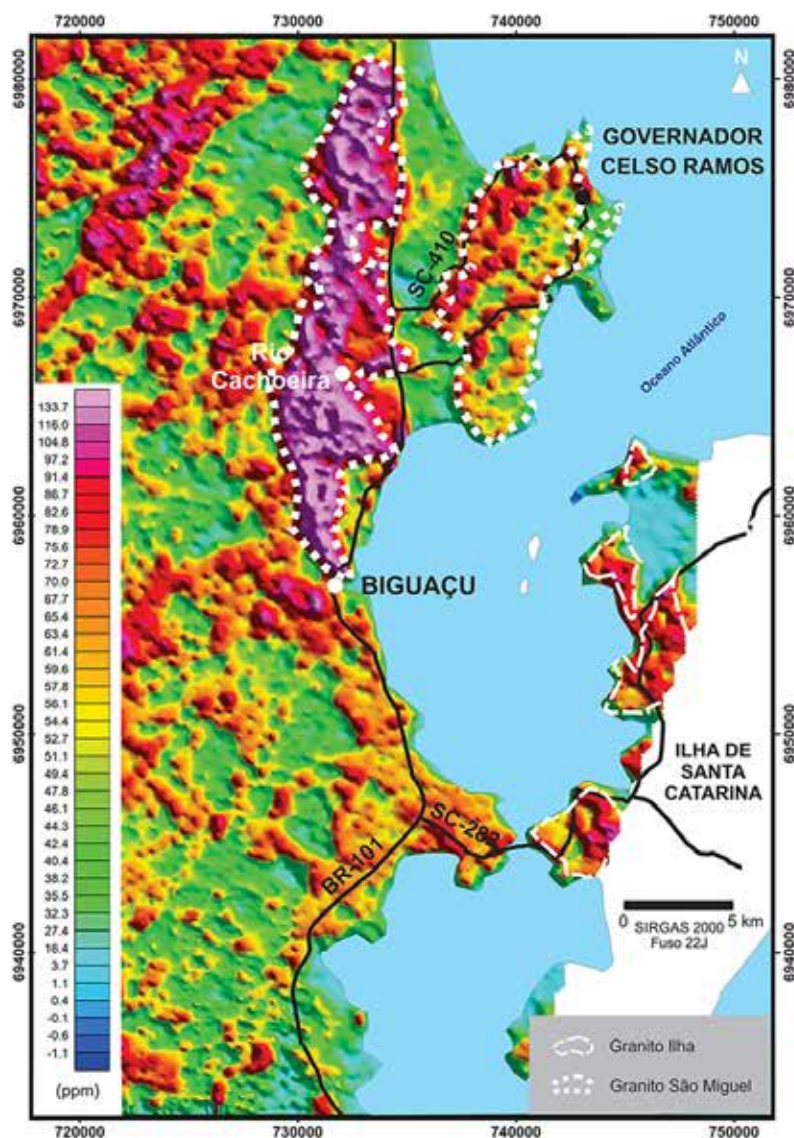


Figura 3 Mapa aerogamaespectrométrico do elemento Th da região de Biguaçu, Santa Catarina (CPRM, 2011). Os polígonos tracejados em branco delimitam as diferentes assinaturas das rochas graníticas das fácies Biguaçu e Governador Celso Ramos.

**Geoquímica, Idade U-Pb e Potencial para Mineralizações de Nb-Sn
no Granito São Miguel, Biguaçu, Estado de Santa Catarina**

Ronaldo Mello Pereira, Marcelo Salomão, Enrico Pedroso, Ciro Alexandre Ávila & Tais Proença Cidade

5 Litogeoquímica

Os dados químicos obtidos conjuntamente com aqueles disponíveis na literatura permitem considerar a presença de três conjuntos de rochas graníticas na porção litorânea da região da Grande Florianópolis: um ocorrendo na área insular, que corresponde ao Granito Ilha (amostras GI) e dois localizados nos bordos da área continental relacionados as fácies Governador Celso Ramos e Biguaçu do Granito São Miguel (GSM). As rochas das fácies Governador Celso Ramos (amostras GSM 15, 21, 22)

e Biguaçu (amostras GSM 17, 18) apresentam diferenças composicionais em relação ao Granito Ilha, pois esse possui conteúdo mais elevado de TiO₂, Fe₂O₃, CaO, K₂O, Ba, Sr, Ce, La e mais baixo de Ga (Tabelas 1 e 2). As rochas das fácies Governador Celso Ramos e Biguaçu exibem ligeiras diferenças químicas em termos de elementos maiores, mas principalmente em relação aos elementos traço, tais como Rb, Ga, Hf, Cs, Nb, Ta, Sn e Tl que são mais altos nas rochas da fácies Biguaçu. Em contrapartida, Ba, Sr, Y, La, Ce e ETR (exceto Tm, Yb, Lu) são mais elevados na fácies Governador Celso Ramos (Tabelas 1 e 2).

Corpo	Granito São Miguel (GSM)					Granito Ilha			
	Biguaçu		Governador Celso Ramos			GI*	GI (SAL)	GI (Joaq)	GI (Sul)
Amostra	GSM (17)	GSM (18)	GSM (15)	GSM (22)	GSM (21)				
SiO ₂	74,39	77,65	80,04	79,51	80,21	73,16	75,43	75,45	75,35
TiO ₂	0,02	0,02	0,04	0,03	0,03	0,16	0,11	0,10	0,19
Al ₂ O ₃	13,78	12,84	10,87	11,38	11,10	14,37	12,19	12,19	12,18
Fe ₂ O _{3t}	1,27	0,99	1,24	1,19	1,17	2,15	1,52	1,36	1,80
MnO	0,04	0,04	0,05	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	0,06
MgO	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,18	< 0,01	< 0,01	0,20
CaO	N.D.	N.D.	0,34	0,34	0,24	1,39	0,86	0,92	1,08
Na ₂ O	4,65	4,03	3,01	3,48	3,27	3,7	3,70	4,32	3,02
K ₂ O	3,93	3,94	4,16	4,01	4,16	4,83	4,33	5,11	4,74
P ₂ O ₅	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0,02	0,01	0,04
LOI	0,57	0,46	0,25	0,43	0,24	0,64	0,63	0,55	0,54
Total	98,63	99,92	99,99	100,4	100,4	100,6	98,83	100,05	99,21
Pb	87	44	24	22	22	31	28,87	31,18	26,0
Zn	240	70	40	40	80	40	51	29	33
Ga	47	46	23	22	22	22	20	17	15
Sc	1	1	2	1	1	3	< 14	< 14	3
Rb	>1000	>1000	214	215	245	206	259	285	241
Ba	6	8	84	51	100	633	246	340	399
Sr	3	3	19	17	12	101	44,9	52,8	76
Y	16	20	57	53	94	37	43,8	39,9	38,3
Zr	155	116	97	70	100	143	124	124	171
Nb	44	64	10	10	11	9	19,9	18,7	24,8
Sn	15	28	3	2	2	3	-	-	-
Hf	12,8	11,5	3,8	2,8	4,3	4	6,02	4,51	4,69
Cs	14,2	11,5	1,6	2,6	1,9	2,3	4,75	7,40	3,94
Ta	11,4	13,4	1,1	1	1,4	1,2	-	-	-
Tl	6,1	6,3	1,2	1,1	1,3	1	-	-	-
Th	43,6	34,4	21,6	18,3	19	19,4	27,68	26,65	26,10
U	5,5	13,8	4,6	3,9	5,2	4,7	6,25	7,49	6,32
F (%)	0,13	0,07	0,03	0,04	0,07	0,06	0,25	0,21	0,14

Tabela 1 Elementos maiores (%) e traço (ppm) de amostras das fácies Governador Celso Ramos e Biguaçu do Granito São Miguel (GSM) e do Granito Ilha (GI). GI* nesse trabalho e GI análises de Corrêa (2010). ND = não detectado; (-) = não analisado; LOI = perda ao fogo; > 1000 = superior ao limite de detecção; <: Abaixo do limite de detecção.

**Geoquímica, Idade U-Pb e Potencial para Mineralizações de Nb-Sn
no Granito São Miguel, Biguaçu, Estado de Santa Catarina**

Ronaldo Mello Pereira, Marcelo Salomão, Enrico Pedroso, Ciro Alexandre Ávila & Tais Proença Cidade

Corpo	Granito São Miguel (GSM)					Granito Ilha			
	Biguaçu		Governador Celso Ramos			GI* (2)	GI (SAL)	GI (Joaq)	GI (Sul)
Fácies									
Amostra	GSM (17)	GSM (18)	GSM (15)	GSM (22)	GSM (21)				
La	1,10	9,00	9,10	8,00	30,80	41,90	28,37	34,02	55,90
Ce	6,60	21,10	30,90	26,20	57,00	85,70	63,34	74,91	118,00
Pr	0,54	2,74	4,98	4,43	12,20	9,45	7,78	9,37	13,50
Nd	1,90	8,10	24,00	22,90	53,30	35,30	26,45	32,49	49,80
Sm	1,00	2,30	10,00	9,20	17,60	7,30	6,21	7,62	9,34
Eu	N.D.	N.D.	0,18	0,17	0,58	1,06	0,52	0,61	0,68
Gd	1,20	1,90	11,40	10,80	18,60	5,40	6,09	7,26	6,85
Tb	0,40	0,50	1,90	1,90	3,20	1,00	1,08	1,17	1,11
Dy	3,90	4,60	12,00	11,20	18,30	6,40	6,27	6,73	6,35
Ho	0,90	1,00	2,30	2,10	3,40	1,30	1,36	1,42	1,32
Er	3,40	3,90	6,20	5,70	9,10	3,90	4,14	3,84	3,71
Tm	0,74	0,92	0,87	0,80	1,25	0,61	0,66	0,59	0,57
Yb	5,70	9,00	5,50	5,00	7,60	3,80	4,55	3,89	3,84
Lu	0,96	1,46	0,82	0,72	1,11	0,60	0,68	0,56	0,57
ΣETR	28,34	66,52	120,15	109,12	234,04	203,72	157,5	184,51	271,54
La _N /Yb _N	0,13	0,68	1,13	1,09	2,76	7,50	4,24	5,95	9,91
La _N /Lu _N	0,12	0,64	1,14	1,14	2,86	7,19	4,30	6,26	10,11

Tabela 2 Elementos terras raras (ppm) e razões de amostras das fácies Governador Celso Ramos e Biguaçu do Granito São Miguel (GSM) e do Granito Ilha (GI). GI* esse trabalho, GI análises de Corrêa (2010). N.D.= Não detectado.

As rochas dos corpos Ilha e São Miguel apresentam elevado conteúdo de SiO₂ e de Na₂O + K₂O e correspondem a granitos (Figura 4A), exibem razões de FeO_t/(FeO_t + MgO) elevadas e plotam no campo dos corpos ferrosos (Figura 4B), são equivalentes aos granitos tipo-A (Frost *et al.*, 2001; Frost & Frost, 2011) e apresentam afinidade cálcio-alcalina de alto K (Figura 4C). Variam de levemente metaluminosas (Granito Ilha) a fortemente peraluminosas (fácies Biguaçu), com exceção da amostra GI-Joaq, que diferentemente das demais plota no campo peralcalino (Figura 4D).

Em relação aos ETR foram caracterizados quatro diferentes padrões normalizados pelo condrito de Nakamura (1974), onde as rochas da fácies Governador Celso Ramos podem ser separadas em dois grupos distintos: as amostras GSM-15 e GSM-22 exibem padrão com leve enriquecimento do La para o Sm, extrema depleção em Eu e sutil empobrecimento do Gd ao Lu, enquanto a amostra GSM-21 é mais enriquecida em todos os ETR, apresenta padrão quase horizontal do La ao Sm, anomalia negativa de Ce e empobrecimento do Gd ao Lu (Figura 5A). De forma contrastante, as amostras da fácies Biguaçu apresentam comportamento extremamente anômalo dos ETR, representado pelo enriquecimento acentuado do Gd para o Lu, anomalia negativa de Nd e valores abaixo do

limite de detecção para Eu (Figura 5A). Destaca-se que esses dois padrões não são típicos de granitos e apontam para intensa transformação pós-magmática.

As rochas do Granito Ilha exibem empobrecimento do La ao Sm, anomalia negativa de Eu e padrão quase subhorizontal do Ga ao Lu (Figura 5A). As razões La_N/Yb_N e La_N/Lu_N são muito mais elevadas no Granito Ilha (Tabela 2) e marcam claramente a separação entre as amostras dos dois corpos (granitos São Miguel e Ilha), porém apontam para um fracionamento apenas moderado nos corpos.

No *spidergram* normalizado para o manto primitivo todas as amostras apresentam padrão muito semelhante, com anomalias negativas de Ba, Nb, La-Ce, P e Ti e positiva de Th-U, K, Pb, Nd e Dy (Figura 5B). Quando comparamos as amostras da fácies Governador Celso Ramos com as da fácies Biguaçu, observamos anomalia levemente positiva de Rb, negativa de Zr e anomalias negativas menores em Ba e Sr nas rochas da fácies Governador Celso Ramos, enquanto as amostras da fácies Biguaçu exibem anomalia negativa de Y, positiva de Zr, maior enriquecimento em Cs-Rb, Th-U-Nb, Pb, empobrecimento em Ba, Sr e nos ETR do La ao Sm (Figura 5B). As rochas do Granito Ilha apresentam, por sua vez, anomalia negativa menos pronunciada de Ba, Sr-P, Ti e são levemente mais enriquecidas em La-Ce do que as do Granito São Miguel.

Geoquímica, Idade U-Pb e Potencial para Mineralizações de Nb-Sn
no Granito São Miguel, Biguaçu, Estado de Santa Catarina

Ronaldo Mello Pereira, Marcelo Salomão, Enrico Pedroso, Ciro Alexandre Ávila & Tais Proença Cidade

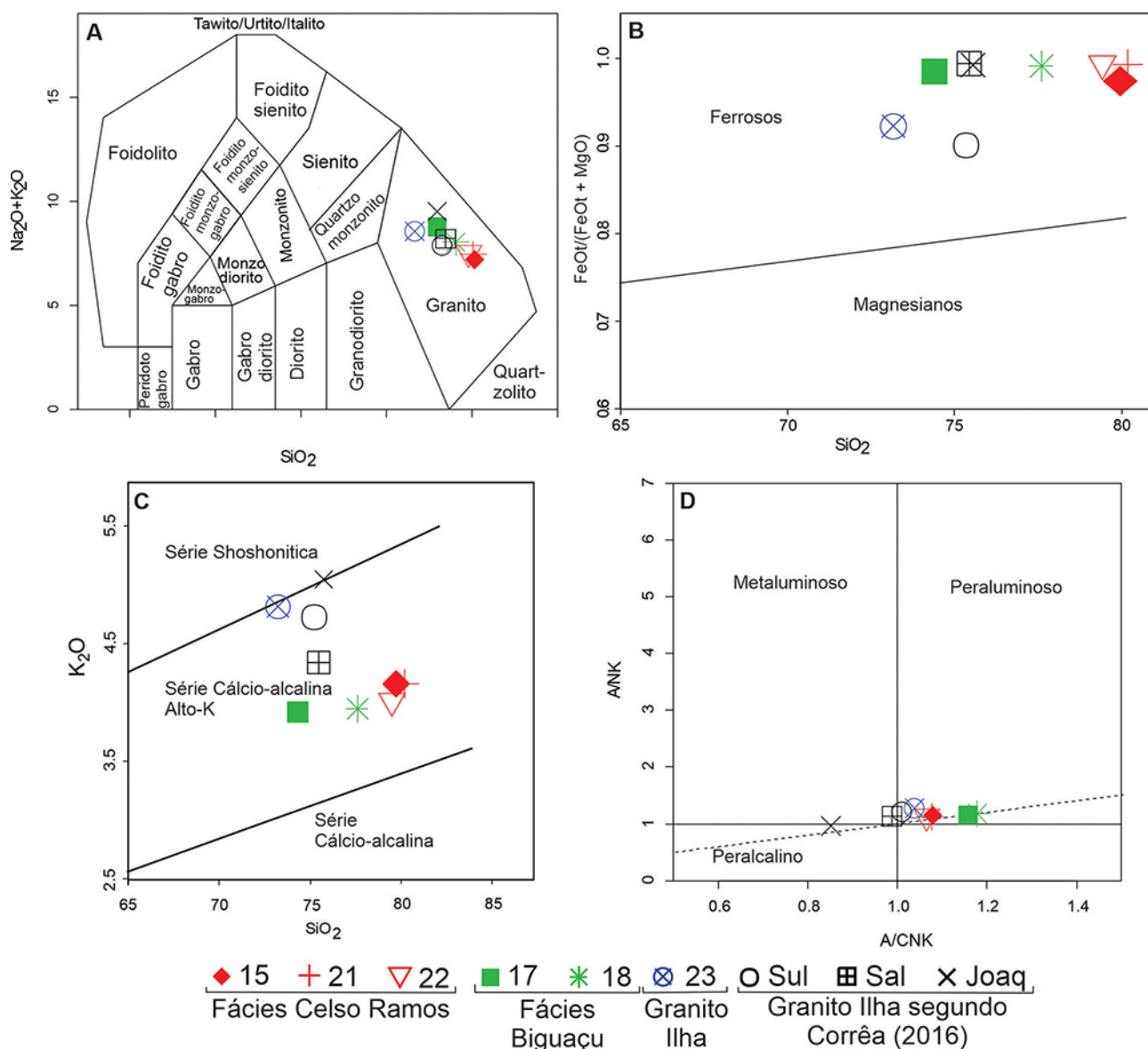


Figura 4 Diagramas geoquímicos aplicados para a classificação de amostras das fácies Governador Celso Ramos e Biguaçu do Granito São Miguel e do Granito Ilha; A. Diagrama TAS de Middlemost (1994); B. Diagrama $FeO_t/(FeO_t + MgO)$ de Frost *et al.* (2001); C. Diagrama $K_2O \times SiO_2$ de Peccerillo & Taylor (1976); D. Diagrama ANK \times A/CNK de Shand (1943). Números após símbolos são referentes aos pontos de campo. GI-23 esse trabalho. GI-Sul, GI-Sal e GI-Joaq correspondem a análises de Corrêa (2010).

As amostras do corpo São Miguel plotam no campo dos granitos alcalinos ou anorogênicos (Figura 6A e B), enquanto duas amostras do corpo Ilha plotam no mesmo campo e outras duas no campo dos granitos félsicos fracionados (Figura 5B). As amostras dos granitos Ilha e São Miguel exibem elevadas razões $FeO_t/(FeO_t + MgO)$, normalmente maiores que 0,85 e baixas de K_2O/Na_2O , entre 0,85 e 0,98 para as rochas da fácies Biguaçu

e entre 1,15 a 1,57 para as rochas da fácies Governador Celso Ramos e para o Granito Ilha. A fácies Biguaçu se destaca em relação as demais pois é muito enriquecida em Sn, Nb e Ta e empobrecida nos ETR (entre 28 e 66 ppm). Nos diagramas de ambiente tectônico as amostras dos dois corpos plotam no campo dos granitos intra-placa (Figura 6C e D), pois são, normalmente muito ricas em Rb e/ou Nb.

Geoquímica, Idade U-Pb e Potencial para Mineralizações de Nb-Sn
no Granito São Miguel, Biguaçu, Estado de Santa Catarina

Ronaldo Mello Pereira, Marcelo Salomão, Enrico Pedroso, Ciro Alexandre Ávila & Tais Proença Cidade

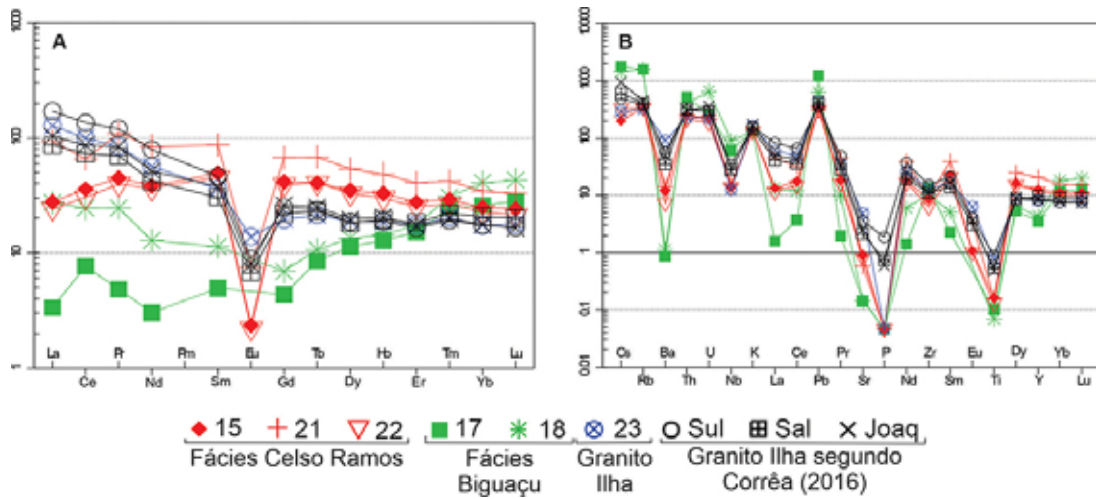


Figura 5 Diagramas de variação de elementos químicos para as amostras das fácies Governador Celso Ramos e Biguaçu do Granito São Miguel e do Granito Ilha; A. Elementos terras raras normalizados pelo condrito de Nakamura (1974); B. *Spidergrams* normalizados para o manto primitivo segundo Sun & McDonough (1989). Números após símbolos são referentes aos pontos de campo. GI-23 esse trabalho. GI-Sul, GI-Sal e GI-Joaq correspondem a análises de Corrêa (2010).

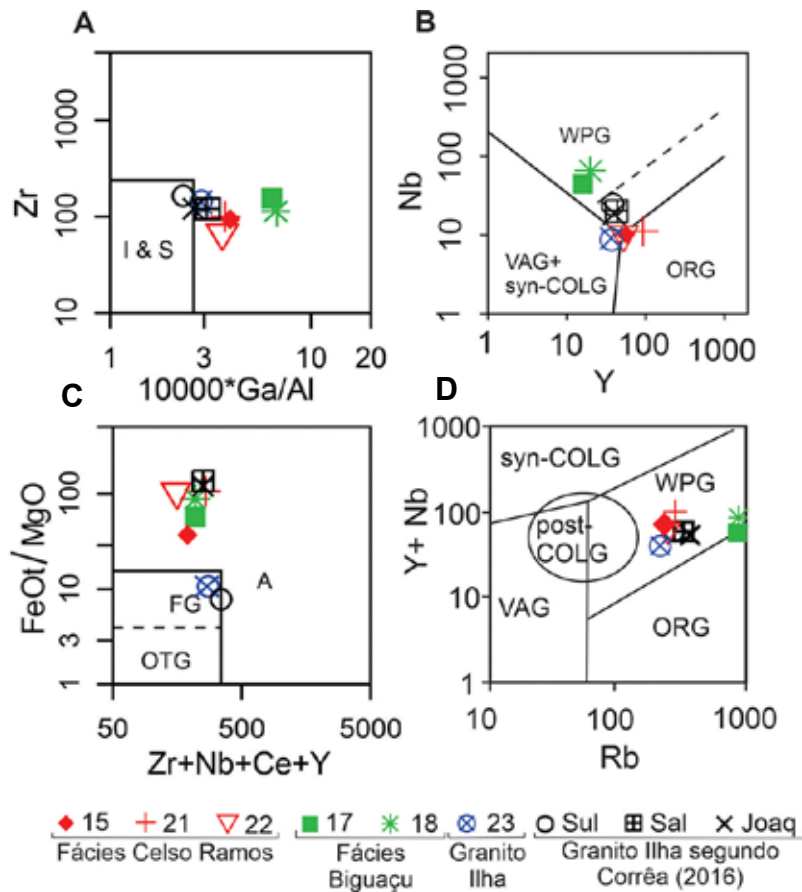


Figura 6 Diagramas geoquímicos para as amostras das fácies Governador Celso Ramos e Biguaçu do Granito São Miguel e do Granito Ilha; A e B. Diagramas de Whalen *et al.* (1987) para discriminar tipos de granitos; C. Diagrama de Pearce *et al.* (1984) para discriminar ambiente tectônico; D. Diagrama de Pearce (1996) para discriminar ambiente tectônico. I: granitos tipo-I. S: granitos tipo-S. A: granitos anorogênicos. FG: granitos félsicos. OTG: granitos não fracionados. WPG: granitos intra-placas. VAG: granitos de arco vulcânico. ORG: granitos de cordilheira oceânica. Syn-colg: granitos sin-colisionais. Post-colg: granitos pós-colisionais.

6 Geocronologia

As análises geocronológicas U-Pb LA-ICP-MS em zircão foram efetuadas em duas amostras coletadas na parte setentrional e meridional da região onde aflora o Granito São Miguel.

A amostra GSM-15, relacionada à fácies Governador Celso Ramos, corresponde a um granito de granulação média a grossa e cor creme coletado em área situada na zona de cabeceiras do rio da Cachoeira. Os grãos de zircão possuem dimensões que variam entre 50 e 200 μm , são transparentes, exibem terminação prismática, apresentam zonamento oscilatório (Z-02, Z-07, Z-16), bordas com sobrecrescimento (Z-04, Z-05) e feições de reabsorção e/ou metamictização (Z-01, Z-09, Z-12). Foram realizadas 17 análises (Figura 7A; Tabela 3), que apontaram idade de cristalização de 645 ± 10 Ma (Figura 8A), enquanto que dois grãos exibem idades mais velhas de 714 Ma e 718 Ma, que foram interpretadas como associadas a grãos herdados. As feições internas dos grãos de zircão apontam para a

presença de cristais primários, que teriam sido parcialmente reabsorvidos ou modificados por um processo hidrotermal secundário.

A amostra GSM-17 pertence à fácies Biguaçu e corresponde a um biotita granito de granulação média e cor rosada coletado nas proximidades do córrego da Saudade em Biguaçu. Os cristais de zircão variam em comprimento de 100 a 250 μm , de transparentes a translúcidos, apresentam cor amarela e estão, por vezes, fraturados. Exibem feições primárias representadas pelo zonamento oscilatório (Z-02, Z-08, Z-15), bem como secundárias tipificadas pelo sobrecrescimento homogêneo de núcleos primários (Z-06, Z-12) e pela reabsorção e/ou metamictização de parte dos grãos (Z-01, Z-03, Z-05, Z-09, Z-13, Z-14). Foram utilizadas no cálculo quinze análises (Figura 7B; Tabela 4), que apresentaram idade de 651 ± 10 Ma considerada como de cristalização (Figura 8B). Semelhantemente aos grãos de zircão da fácies Governador Celso Ramos, os grãos da fácies Biguaçu foram parcialmente reabsorvidos ou modificados por um processo hidrotermal secundário.

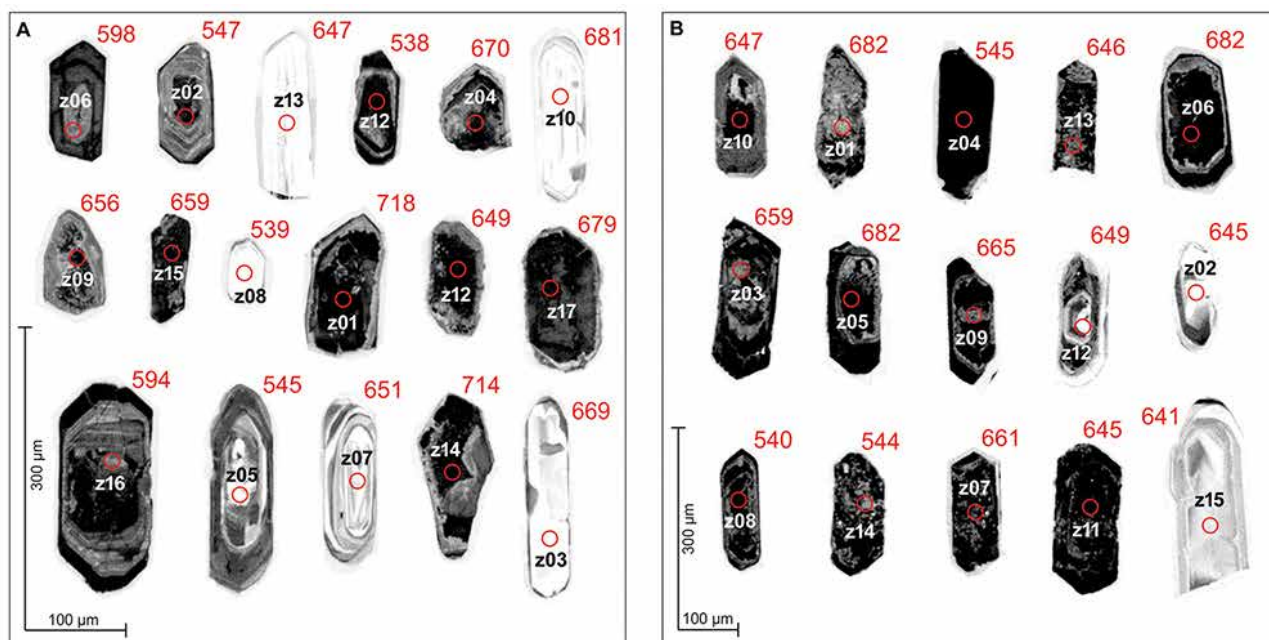


Figura 7 Imagens de catodoluminescência dos grãos de zircão analisados por U-Pb LA-ICP-MS das amostras do Granito São Miguel; A. Amostra GSM-15 da fácies Governador Celso Ramos; B. Amostra GSM-17 da fácies Biguaçu. Os círculos vermelhos correspondem aos locais de análise e em vermelho as idades obtidas em Ma.

**Geoquímica, Idade U-Pb e Potencial para Mineralizações de Nb-Sn
no Granito São Miguel, Biguaçu, Estado de Santa Catarina**

Ronaldo Mello Pereira, Marcelo Salomão, Enrico Pedroso, Ciro Alexandre Ávila & Tais Proença Cidade

Spot	Th/U	Razões						Rho	Idades aparentes (Ma)			Conc.
		²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1s[%]	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1s[%]	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1s[%]		²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	
z15	0,03	0,9010	5,17	0,1061	3,66	0,7084	0,062	3,65	650	652	659	99
z06	0,18	0,7772	3,76	0,0942	1,90	0,5063	0,060	3,24	580	584	598	97
z08	0,84	0,7610	5,99	0,0948	4,20	0,7010	0,058	4,27	584	575	539	108
z11	0,63	0,8217	5,21	0,0973	3,90	0,7486	0,061	3,46	599	609	648	92
z04	0,03	0,8553	5,36	0,1002	5,23	0,9763	0,062	1,16	616	628	670	92
z01	0,01	0,9398	1,57	0,1077	0,97	0,6142	0,063	1,24	659	673	718	92
z10	0,01	0,9408	1,18	0,1097	0,74	0,6265	0,062	0,92	671	673	681	99
z09	0,01	0,9398	1,57	0,1077	0,97	0,6142	0,063	1,24	659	673	656	96
z02	0,05	0,7542	4,71	0,0854	4,20	0,8914	0,064	2,14	528	571	547	98
z12	0,01	0,9020	2,07	0,1124	0,96	0,4661	0,058	1,83	687	653	538	92
z16	0,01	0,8810	2,83	0,1088	1,70	0,6006	0,059	2,26	666	642	594	97
z05	0,01	0,8758	2,56	0,1087	1,42	0,5564	0,058	2,13	665	639	545	98
z07	0,01	0,8887	2,18	0,1102	1,14	0,5215	0,059	1,86	674	646	651	99
z03	0,13	0,9136	4,88	0,1001	2,05	0,4198	0,066	4,43	615	659	669	97
z17	0,81	0,8909	6,40	0,0975	4,03	0,6303	0,066	4,97	600	647	679	98
z14	0,07	1,1407	1,52	0,1078	1,03	0,6780	0,077	1,12	660	773	714	97
z13	0,05	1,0180	1,37	0,1038	1,36	0,9960	0,071	1,22	637	713	647	96

Tabela 3 Resultados LA-ICP-MS U-Th-Pb para grãos de zircão da amostra GSM-15 da fácies Governador Celso Ramos do Granito São Miguel.

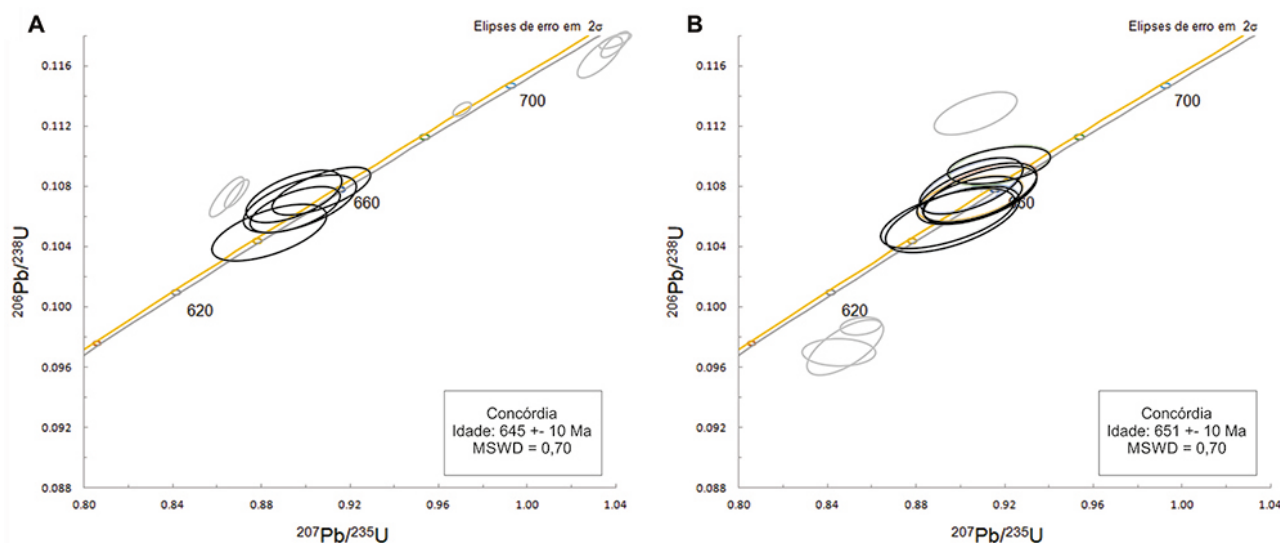


Figura 8 Diagrama concórdia U-Pb das amostras do Granito São Miguel; A. Amostra GSM-15 da fácies Governador Celso Ramos; B. GSM-17 da fácies Biguaçu. Os círculos pretos correspondem aos dados concordantes. Os círculos em cinza representam os dados não utilizados nos cálculos da idade.

**Geoquímica, Idade U-Pb e Potencial para Mineralizações de Nb-Sn
no Granito São Miguel, Biguaçu, Estado de Santa Catarina**
Ronaldo Mello Pereira, Marcelo Salomão, Enrico Pedroso, Ciro Alexandre Ávila & Tais Proença Cidade

Spot	Th/U	Razões						Rho	Idades aparentes (Ma)			Conc.
		²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1s[%]	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1s[%]	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1s[%]		²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	
z03	0,03	0,9010	5,17	0,1061	3,66	0,7084	0,06	3,65	650	652	659	99
z12	0,24	0,8835	1,56	0,1046	0,92	0,5877	0,06	1,26	642	643	649	99
z05	0,19	0,9739	3,16	0,1135	1,86	0,5893	0,06	2,55	693	690	682	102
z04	0,01	0,8758	2,56	0,1087	1,42	0,5564	0,06	2,13	665	639	545	103
z02	0,09	0,7767	3,34	0,1070	1,97	0,0526	2,70	0,59	655	584	645	109
z09	0,20	0,9147	1,62	0,1074	0,77	0,4736	0,06	1,43	658	660	665	99
z07	0,01	0,8620	2,79	0,1168	1,39	0,0535	2,42	0,50	712	631	661	103
z08	0,20	0,7530	2,78	0,1013	1,83	0,0539	2,10	0,66	622	570	540	91
z01	0,20	0,9122	4,20	0,1063	3,16	0,7532	0,06	2,76	651	658	682	95
z06	0,01	0,8431	2,83	0,1138	1,57	0,0537	2,35	0,56	695	621	682	103
z10	0,01	0,8431	2,51	0,1136	1,34	0,0538	2,13	0,53	694	621	647	109
z14	0,01	0,8887	2,18	0,1102	1,14	0,0585	1,86	0,52	674	646	544	103
z13	0,01	0,8404	2,43	0,1146	1,37	0,0532	2,01	0,56	699	619	646	208
z15	0,01	0,8810	2,83	0,1088	1,70	0,0587	2,26	0,60	666	642	641	101
z11	0,15	0,9165	3,44	0,1107	3,13	0,0600	1,44	0,91	677	660	645	103

Tabela 4 Resultados LA-ICP-MS U-Th-Pb para grãos de zircão da amostra GSM-17 da fácies Biguaçu do Granito São Miguel.

7 Discussões

No presente trabalho, dissociou-se o corpo granítico que ocorre na parte continental da região da Grande Florianópolis do Granito Ilha, que aflora na sua porção insular. Esse corpo, designado de Granito São Miguel, é constituído por duas fácies: Governador Celso Ramos e Biguaçu (Figura 2).

A fácies Governador Celso Ramos ocorre na porção setentrional da área e corresponde a um granito de granulação grossa, isótropo, que exibe cor creme-esbranquiçada na área do rio da Cachoeira e tons mais rosados na localidade de Governador Celso Ramos. Já no setor meridional da região observa-se o predomínio de um biotita granito (fácies Biguaçu) de granulação média, isótropo, cor rósea a cinza-rosada, embora variações para tipos mais grossos possam ocorrer em pontos mais restritos situados mais a norte como, por exemplo, na zona de cabeceiras do rio da Cachoeira. Essa variação na granulação das rochas graníticas da fácies Biguaçu corresponde, provavelmente, a exposições de níveis erosivos diferenciados tendo os processos intempéricos atuado de forma mais acentuada na porção setentrional da região ocasionando não só a exposição dos tipos com granulação mais grossa, bem como eliminando os registros das rochas do Complexo Águas Mornas (a unidade encaixante) que, por outro lado, se encontram presentes no setor meridional (Figura 2).

Quimicamente, há diferenças entre os granitos que afloram na Ilha de Santa Catarina (Granito Ilha propriamente dito) e no continente (Granito São Miguel), pois, apesar dessas serem sutis em relação aos elementos maiores (TiO₂, Fe₂O₃, CaO, K₂O), são mais pronunciadas quanto aos elementos traço e terras raras (Ba, Sr, Ce, La, Pr, Eu), que são mais altos no Granito Ilha do que no Granito São Miguel. Com relação ao Granito São Miguel, as rochas da fácies Biguaçu apresentam conteúdos de Y, ETR, Ba e Sr mais baixos e bem mais acentuado de metais (Rb, Zn, Ga, Nb, Sn, Hf, Cs, Ta, Tl, Th) comparados às rochas da fácies Governador Celso Ramos. A diferença no conteúdo de alguns desses metais está associada a presença de cassiterita e minerais do subgrupo da columbita somente nas rochas da fácies Biguaçu, enquanto as da fácies Governador Celso Ramos encontram-se destituídas desses minerais.

As idades de cristalização U-Pb LA-ICP-MS em zircão das rochas das diferentes fácies do Granito São Miguel (645 ± 10 Ma e 651 ± 10 Ma) diferem das idades U-Pb em zircão de 585 Ma a 599 Ma e de ~595 Ma obtidas, respectivamente, para o Granito Ilha e para corpos da Suíte Pedras Grandes (Jelinek *et al.*, 2005; Corrêa, 2016), sendo mais próximas das idades de granitos mineralizados em metais raros (W/Sn) encontrados no Domínio Central e pertencentes às suítes Valsungana, cujo intervalo de idades varia de 593 ± 16 Ma a 638 ± 32 Ma (Basei, 1985, 2000; Silva *et al.*, 2003; Grasso, 2003; Florisbal *et al.*, 2012) e

Geoquímica, Idade U-Pb e Potencial para Mineralizações de Nb-Sn no Granito São Miguel, Biguaçu, Estado de Santa Catarina

Ronaldo Mello Pereira, Marcelo Salomão, Enrico Pedroso, Ciro Alexandre Ávila & Tais Proença Cidade

Nova Trento / Granito Guabiruba com idade U-Pb em zircão de 628 ± 7 (Silva *et al.*, 2003; CPRM, 2014).

Geotectonicamente tanto o Granito Ilha quanto o Granito São Miguel, plotam nos campos de granitos intraplacas e de granitos pós-colisionais o que, em parte, estaria de acordo com Bitencourt & Nardi (2000), Peternell *et al.* (2010), Florisbal *et al.* (2012) e Martini *et al.* (2015), que consideraram que a maior parte das associações graníticas do sul do Brasil foram geradas durante eventos magmáticos relacionados à ambiente pós-colisional (650 - 590 Ma). Apesar do caráter fortemente peraluminoso, o Granito São Miguel pode ser enquadrado como um corpo tipo-A, pois muitos granitos desse tipo são peraluminosos (Anderson & Thomas, 1985), apresentam elevadas razões $FeO_i/(FeO_i + MgO)$, baixo conteúdo de Al_2O_3 e de CaO, bem como são enriquecidos em Nb, Ta, Zr, ETR e empobrecidos em Cr, Ni, Co, Sr, Ba e Eu. Ademais, granitos de assinatura 'ferroan', tal como os aqui estudados, são considerados como equivalentes a granitos tipo-A (Frost *et al.*, 2001; Frost & Frost, 2011). Convém destacar que os granitoides da suíte Valsungana-Guabiruba têm caráter cálcio-alcálico e são levemente peraluminosos, semelhante ao observado em ambiente pós-colisional e comparados a granitos de tipo-A (Basei *et al.*, 2011).

Conforme mencionado, não há evidências em campo de alterações hidrotermais e/ou metassomáticas intensas nas rochas presentes na zona mineralizada de Biguaçu. A presença de muscovita derivada da alteração da biotita observada em lâmina delgada, associada às feições de reabsorção dos grãos de zircão verificadas nas imagens de catodoluminescência e ao comportamento dos ETR indica a atuação de processos hidrotermais sobre o Granito São Miguel, principalmente nas rochas da fácies Biguaçu.

Sugere-se, ainda, que uma fase de caráter potássico foi responsável pela concentração da muscovita disposta, de forma geral, segundo uma extensa faixa de direção N-S. Fases de alterações potássicas controladas por microfraturas também foram registradas no Granito Ilha (Corrêa, 2016), porém, em Biguaçu, propõe-se que as falhas/fraturas de maior porte (Figura 2) teriam propiciado o aporte mais intenso de fluidos. Apesar de processo de cataclase terem afetado de forma generalizada as rochas graníticas dessa região, somente na zona balizada por duas dessas estruturas maiores esse processo de alteração hidrotermal / metassomático atuou mais intensamente.

A explicação para a ausência de *greisens* associados à Unidade Biguaçu é a de que se existiu, de fato, uma cúpula greisenizada, essa já foi erodida, observando-se agora somente as zonas mais internas do corpo granítico (CPRM, 1986). O fato de córregos situados nas imediações de Biguaçu e que se encontram mais intensamente mineralizados em cassiterita e em minerais do subgrupo da columbita, drenarem a zona de contato entre o Granito

São Miguel e um expressivo *roof pendant* da Suíte Águas Mornas, permite supor que boa parte da zona de contato entre a cúpula granítica mineralizada e a rocha encaixante se encontre preservada e subjacente às rochas dessa suíte. Considerando-se tal possibilidade, abre-se uma nova perspectiva econômica para a presença de mineralizações primárias niobo-estaníferas ainda preservadas no prospecto da área de Biguaçu.

8 Conclusão

Quimicamente as rochas do Granito São Miguel diferem sutilmente em relação aos elementos maiores e, mais acentuadamente, em relação aos elementos traço daquelas do Granito Ilha da Suíte Pedras Grandes. Sua idade mais antiga (~645 Ma) também permite dissociar esse corpo da Suíte Pedras Grandes (~595 Ma) e considerá-lo como de idade compatível com as rochas das suítes Valsungana / Nova Trento-Guabiruba.

O Granito São Miguel é constituído por duas fácies: Governador Celso Ramos e Biguaçu, que correspondem a granitos *ferroan*, tipo-A, fortemente peraluminosos. A fácies Biguaçu apresenta-se mineralizada em cassiterita e minerais do subgrupo da columbita e é mais enriquecida em Rb (>1000 ppm), Hf (11,5 e 12,8 ppm), Ga (46 e 47 ppm) Nb (44 e 64 ppm), Ta (11,4 e 13,4 ppm) e Sn (15 e 28 ppm) em relação à fácies Governador Celso Ramos.

Considera-se que parte da zona mineralizada da cúpula granítica ainda se encontre preservada e subjacente à Suíte Águas Mornas fato que proporcionaria uma nova perspectiva econômica para esse corpo.

9 Agradecimentos

Os autores agradecem ao professor Frederico Vilalva da Universidade Federal do Rio Grande do Norte pela revisão e contribuição para a melhoria do trabalho e ao Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) pela disponibilização dos equipamentos e infraestrutura. C. A. Ávila agradece ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) pela bolsa de produtividade e a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo apoio a parte da pesquisa (processo E-26/200.092/2019).

10 Referências

- Anderson, J.L. & Thomas, W.M. 1985. Proterozoic anorogenic two-mica granites: Silver Plume and St. Vrain batholiths of Colorado. *Geology*, 13: 177-180.
- Basei, M.A.S. 1985. *O cinturão Dom Feliciano em Santa Catarina*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 195p.
- Basei, M.A.S. 2000. *Geologia e Modelagem Geotectônica dos Terrenos Pré-Cambrianos das Regiões Sul-Oriental Brasileira*

**Geoquímica, Idade U-Pb e Potencial para Mineralizações de Nb-Sn
no Granito São Miguel, Biguaçu, Estado de Santa Catarina**

Ronaldo Mello Pereira, Marcelo Salomão, Enrico Pedroso, Ciro Alexandre Ávila & Tais Proença Cidade

- e Uruguáia: Possíveis Correlações com Províncias Similares do Sudoeste Africano*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Livre-Docente, 124p.
- Basei, M.A.S.; Siga-Júnior, O.; Masquelin, H.; Harara, O.M.; Reis-Neto, J.M. & Preciozzi, F. 2000. The Dom Feliciano Belt of Brazil and Uruguay and its Foreland Domain the Rio de la Plata Craton: framework, tectonic evolution and correlation with similar provinces of Southwestern Africa. *In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.; THOMAZ FILHO, A. & CAMPOS, D.A.* (Eds.) *Tectonic Evolution of South America*, p. 311-334.
- Basei, M.A.S.; Campos Neto, M.D.C.; Castro, N.A.; Nutman, A.P.; Wemmer, K.; Yamamoto, M.T.; Hueck, M.; Osako, L.S.; Siga Junior, O. & Passarelli, C.R.. 2011. Tectonic evolution of the Brusque Group, Dom Feliciano belt, Santa Catarina, Southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 32: 324-350.
- Basei, M.A.S.; Brito Neves, B.B.; Siga-Júnior, O.; Babinski, M.; Pimentel, M.M.; Tassinari, C.C.G., Hollanda, M.H.B.; Nutman, A.; Cordani, U.G. 2010. Contribution of SHRIMP U-Pb zircon geochronology to unravelling the evolution of Brazilian Neoproterozoic fold belts. *Precambrian Research*, 183: 122-144.
- Bitencourt, M.F. & Nardi, L.V.S. 2000. Tectonic Setting and Sources of magmatism related to the Southern Brazilian Shear Belt. *Revista Brasileira de Geociências*, 30: 186-189.
- Chemale-Jr., F.; Kawashita, K.; Dussin, I.A.; Ávila, J.N.; Justino, D. & Bertotti, A. 2012. U-Pb zircon *in situ* dating with LA-MC-ICP-MS using a mixed detector configuration. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84: 275-295.
- Corrêa, V.X. 2016. *Geoquímica, isotopia e geocronologia das rochas graníticas do Batólito Florianópolis na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 150p.
- CPRM. 1986. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Serviço Geológico do Brasil. Projeto Biguaçu. Relatório de Prospecção Preliminar. Superintendência Regional de Porto Alegre. 22p.
- CPRM. 1987. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Serviço Geológico do Brasil. Projeto Biguaçu. Relatório Final de Pesquisa. Superintendência Regional de Porto Alegre. 22p.
- CPRM. 2011. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Serviço Geológico do Brasil. Projeto Aerogeofísico Paraná - Santa Catarina. Superintendência Regional de Porto Alegre. 88p.
- CPRM. 2014. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Serviço Geológico do Brasil. Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina, escala de 1: 500.000. Superintendência Regional de Porto Alegre.
- Florisbal, L.M.; Janasi, V.A.; Bitencourt, M.F. & Heaman, L.M. 2012. Space-time relation of post-collisional granitic magmatism in Santa Catarina, southern Brazil: U-Pb LA-MC-ICP-MS zircon geochronology of coeval mafic-felsic magmatism related to the Major Gercino Shear Zone. *Precambrian Research*, 216-219: 132-151.
- Frost, B.R.; Arculus, R.J.; Barnes, C.G.; Collins, W.J.; Ellis, D.J. & Frost, C.D. 2001. A geochemical classification of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 42: 2033-2048.
- Frost, C.D. & Frost, B.R. 2011. On Ferroan (A-type) granitoids: their compositional variability and modes of origin. *Journal of Petrology*, 52: 39-53.
- Grasso, C.B. 2003. *Características petrográficas, geoquímicas e geocronológicas de granitoides intrusivos no Complexo Metamórfico Brusque*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 49p.
- Hueck, M.; Basei, M.A.S. & Siegesmund, S. 2015. New zircon U-Pb LA-ICP-MS ages on the São João Batista Granitic Suite, Santa Catarina State, Brazil. *In: HUTTON SYMPOSIUM ON GRANITES AND RELATED ROCKS*, 8, Florianópolis, Brazil, Abstracts vol (pencard).
- Hueck, M.; Oyhantçabal, P.; Philipp R.P.; Basei, M.A.S. & Siegesmund, S. 2018. The Dom Feliciano Belt in Southern Brazil and Uruguay. *In: SIEGESMUND, S.; BASEI, M.A.S., ORHANTÇABAL, P. & ORIOLO, S.* (Eds.). *Geology of Southwest Gondwana*. Springer International Publishing, p. 267-302.
- Jackson, S.E.; Pearson, N.J.; Griffin, W.L. & Belousova, E. 2004. The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to *in situ* U-Pb zircon geochronology. *Chemical Geology*, 211: 47-69.
- Jelinek, A.R.; Bastos Neto, A.C.; Leite, T.D.A.; Hartmann, L.A. & McNaughton, N.J. 2005. SHRIMP U-Pb Zircon dating of Pedras Grandes Suite, Southern Santa Catarina State, Brazil. *Academia Brasileira de Ciências*, 77: 125-135.
- Martini, A.; Bitencourt, M.F.; Nardi, L.V.S. & Florisbal, L.M. 2015. An integrated approach to the late stages of Neoproterozoic post-collisional magmatism from Southern Brazil: Structural geology, geochemistry and geochronology of the Corre-mar Granite. *Precambrian Research*, 261: 25-39.
- Middlemost, E.A.K. 1994. Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth-Science Reviews*, 37: 215-224.
- Nakamura, N. 1974. Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 38: 757-775.
- Pearce, J.A. 1996. Sources and settings of granitic rocks. *Episodes*, 19: 120-125.
- Pearce, J.A.; Harris, N.B.W. & Tindle, A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25: 956-983.
- Peternell, M.; Bitencourt, M.F.; Kruhl, J.H. & Stab, C. 2010. Macro and microstructures as indicators of the development of syntectonic granitoids and host rocks in the Camboriu region, Santa Catarina, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 29: 738-750.
- Peccerillo, R. & Taylor, S.R., 1976. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from Kastamonu area, northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58: 63-81.
- Schulz-Júnior, A. & Albuquerque, L.F.F. 1969. Geologia da Quadrícula de Rio do Sul, Santa Catarina. BRASIL, DNPM, Porto Alegre, 105p.
- Shand, S.J. 1943. *Eruptive rocks. Their genesis, composition, classification, and their relation to ore-deposits with a chapter on meteorites*. New York, Hafner Publishing Corporation, 444p.

**Geoquímica, Idade U-Pb e Potencial para Mineralizações de Nb-Sn
no Granito São Miguel, Biguaçu, Estado de Santa Catarina**

Ronaldo Mello Pereira, Marcelo Salomão, Enrico Pedroso, Ciro Alexandre Ávila & Tais Proença Cidade

- Silva, L.C.; McNaughton, N.J.; Hartmann, L.A. & Fletcher, I.R. 2003. Contrasting zircon growth patterns in Neoproterozoic granites of Southern Brazil revealed by SHRIMP U-Pb analysis and SEM imaging: consequences for the discrimination of emplacement and inheritance ages. *In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY*, 4, Salvador, 2003. *Short Papers*, Salvador, p. 687-690.
- Silva, L.C.; McNaughton, N.J. & Fletcher, I.R. 2005. SHRIMP U-Pb zircon geochronology of Neoproterozoic crustal granitoids (Southern Brazil): a case for discrimination for emplacement and inherited ages. *Lithos*, 82: 503-525.
- Sun, S.S. & McDonough, W.F. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *In: SUANDERS, A.D. & NORRY, M.J. (Eds.) Magmatism in the Ocean Basins. Geological Society of London, Special Publications*, 42: 313-34.
- Toniolo, J.A. & Morgental, A. 1985. Projeto Biguaçu. Relatório de Avaliação Preliminar e Proposta de Continuidade da Prospecção Preliminar. CPRM, Superintendência Regional de Porto Alegre. 19p.
- Whalen, J.B.; Currie, K.L. & Chappell, B.W. 1987. A-type granites geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 95: 407-419.
- Wiedenbeck, M.; Allé, P.; Corfu, F.; Griffin, W.L.; Meier, M.; Oberli, F.; von Quadt, A.; Roddick, J.C. & Spiegel, W. 1995. Three natural zircon standards for U-Th-Pb, Lu-Hf, trace element and REE analyses. *Geostandards Newsletter*, 19: 1-23.